

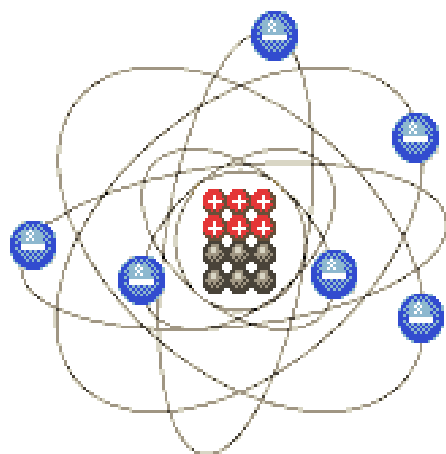
# Određivanje starosti metodom $^{14}\text{C}$

## 1. Uvod i primjer datiranja

Ines KRAJCAR BRONIĆ  
krajcar@irb.hr

- $^{14}\text{C}$  metoda – osnove
- Mjerne tehnike
- Laboratorij IRB Zagreb
- Primjene - primjer

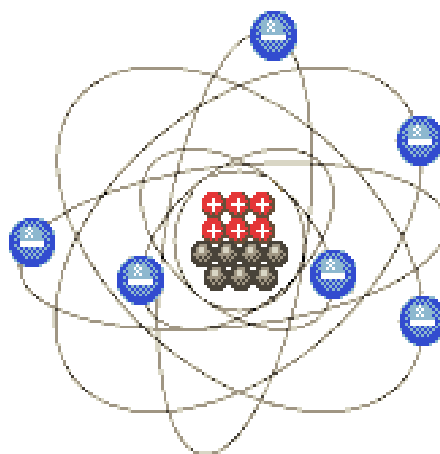
# Izotopi ugljika



$^{12}\text{C}$

98.89 %

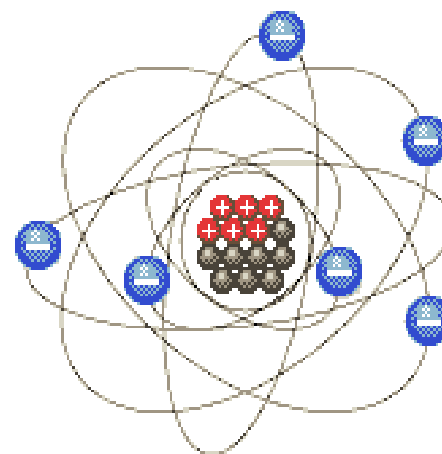
$p = n = 6$



$^{13}\text{C}$

1.11 %

$n = 7$



$^{14}\text{C}$

$10^{-10}$  %

$n = 8$

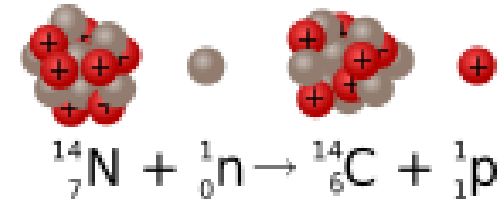
$T_{1/2} = 5730 \text{ y}$

# Nastajanje $^{14}\text{C}$ (produkcija)

Kozmogeni i antropogeni izotop/radionuklid

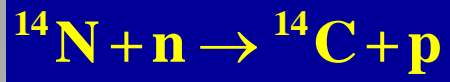
## Kozmogeni $^{14}\text{C}$ – prirodna produkcija

interakcija neutrona iz kozmičkog zračenja s  $^{14}\text{N}$



Produkcija 1.4 - 1.54 PBq/yr – nije jednolika zbog promjenjivog intenziteta kozmičkog zračenja, 11-godišnjeg sunčevog ciklusa, promjene zemljina magnetskog polja ...

U Zemljinoj atmosferi	oko 220 PBq „prirodnog“ $^{14}\text{C}$
Terestrijalni $^{14}\text{C}$	oko 10000 PBq



$\text{O}_2$

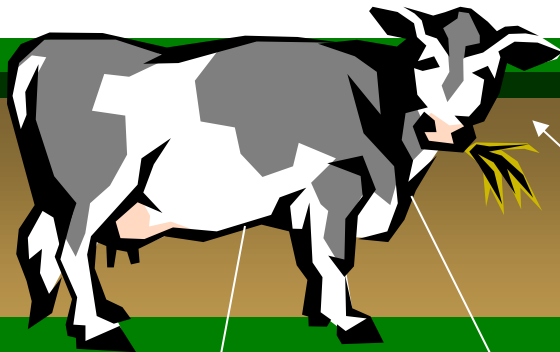
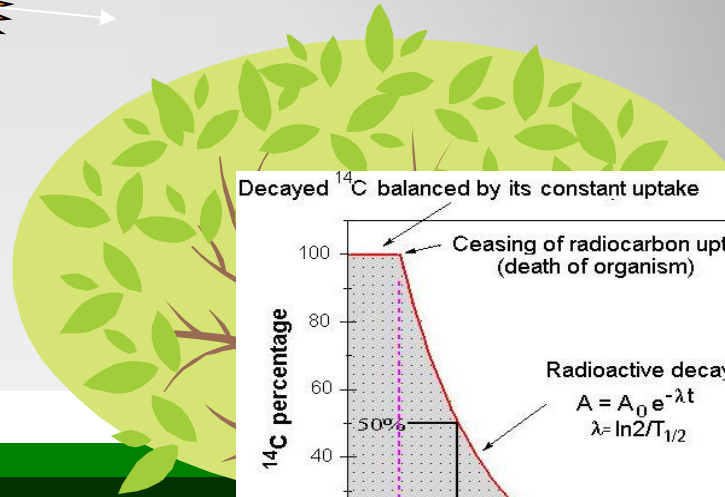


## Carbon on Earth

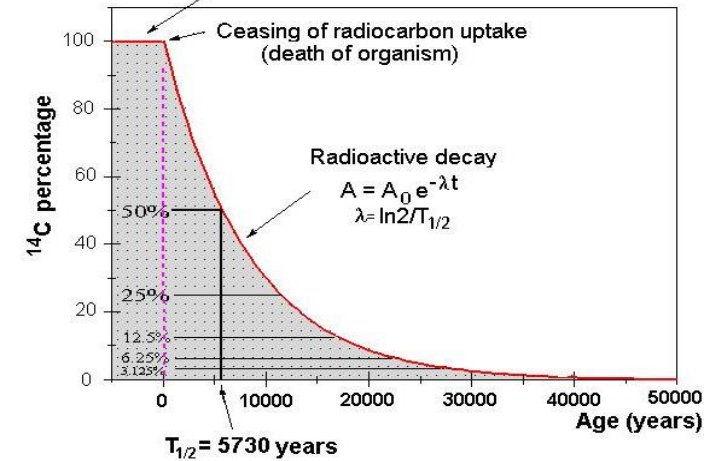
$^{12}\text{C}$ : 98.89 %

$^{13}\text{C}$ : 1.1 %

$^{14}\text{C}$ :  $1.18 \times 10^{-10}$  %



Decayed  $^{14}\text{C}$  balanced by its constant uptake



- Antropogeno

- „bomb”  $^{14}\text{C}$

Nastaje interakcijama neutrona emitiranih u  
atmosferskim nuklearnim eksplozijama

input 213 – 315 PBq,

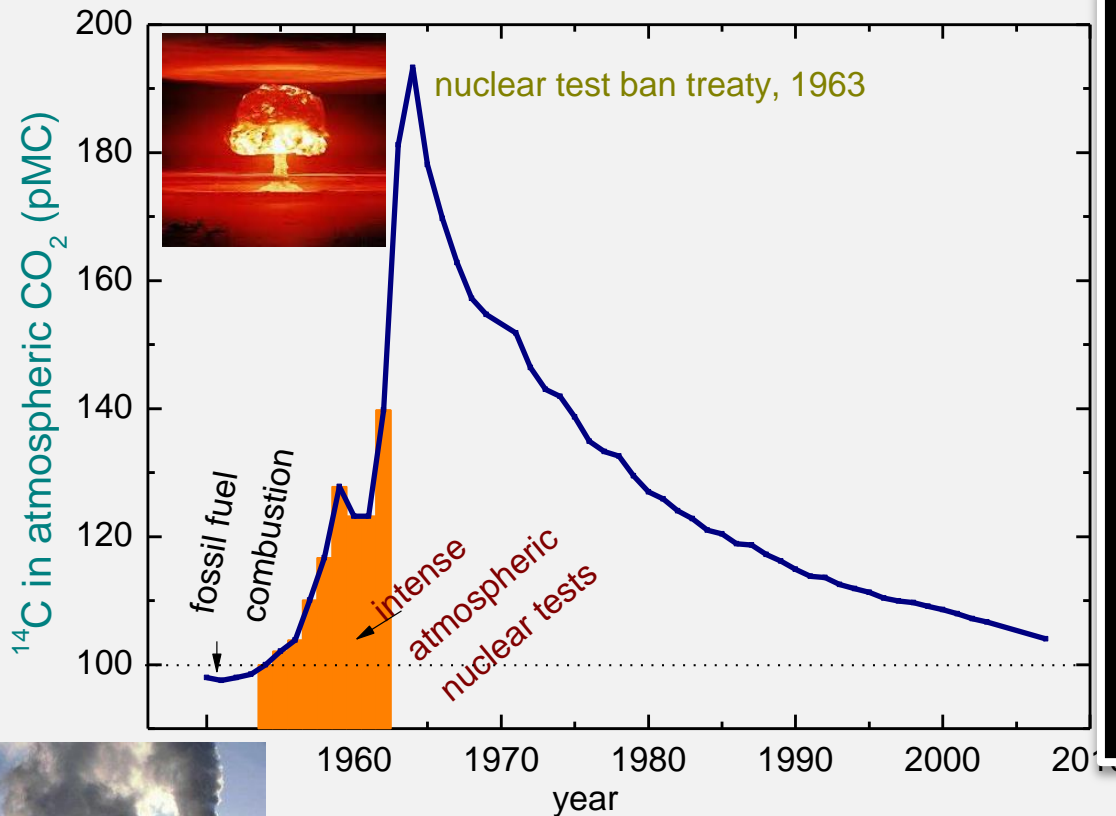
udvostručena atm. specifična aktivnost  $^{14}\text{C}$   
1963, nakon toga – pad

- nuklearne elektrane

- drugi nuklearni objekti

- Fosilna goriva – razrjeđenje  $^{14}\text{C}$

# Anthropogenic $^{14}\text{C}$

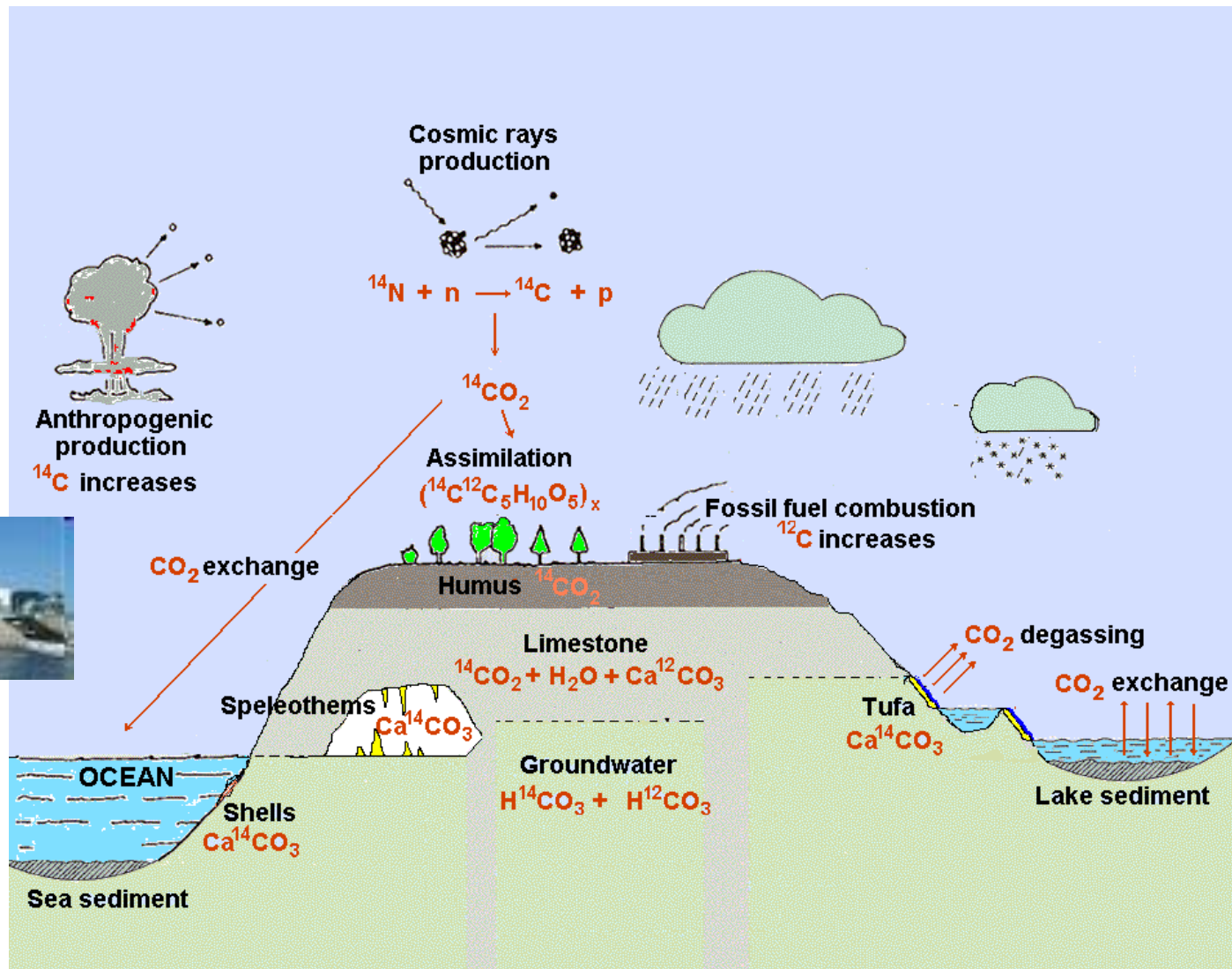


Anthropogenic activities disturbed the natural distribution of  $^{14}\text{C}$  in the atmosphere through fossil fuel combustion (increasing of  $^{12}\text{C}$  compared to  $^{14}\text{C}$ ) and atmospheric bomb tests (doubling the natural atmospheric  $^{14}\text{C}$  activity in 1960-ties).

The „bomb-peak“ has served as an invaluable tracer to get insight into the global carbon cycle on the decadal time scale.



# Raspodjela $^{14}\text{C}$ u prirodi

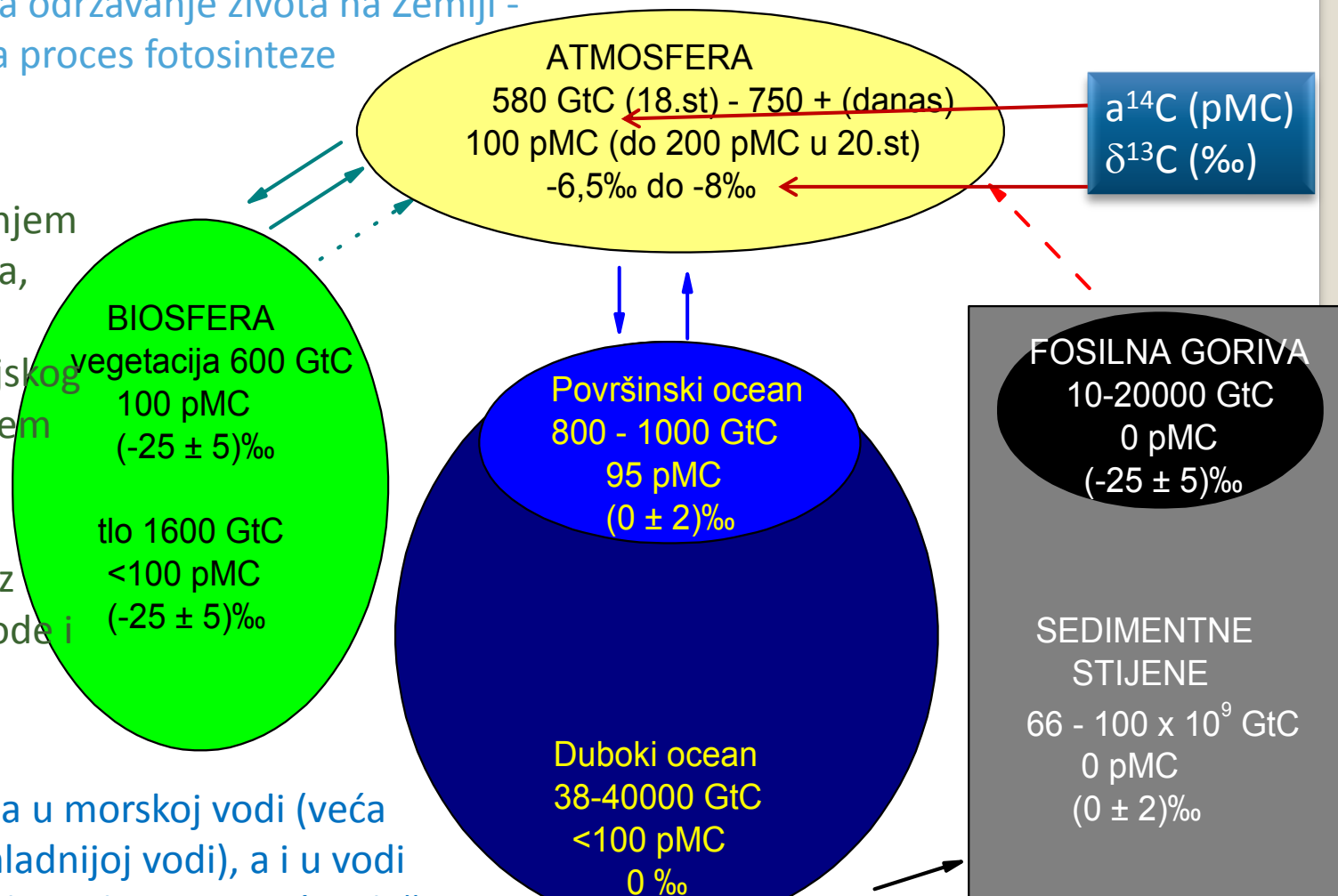




U atmosferi - uglavnom kao  $\text{CO}_2$ , 0,03 (0,04)% vol.  
 - važna uloga za održavanje života na Zemlji -  
 koriste biljke za proces fotosinteze

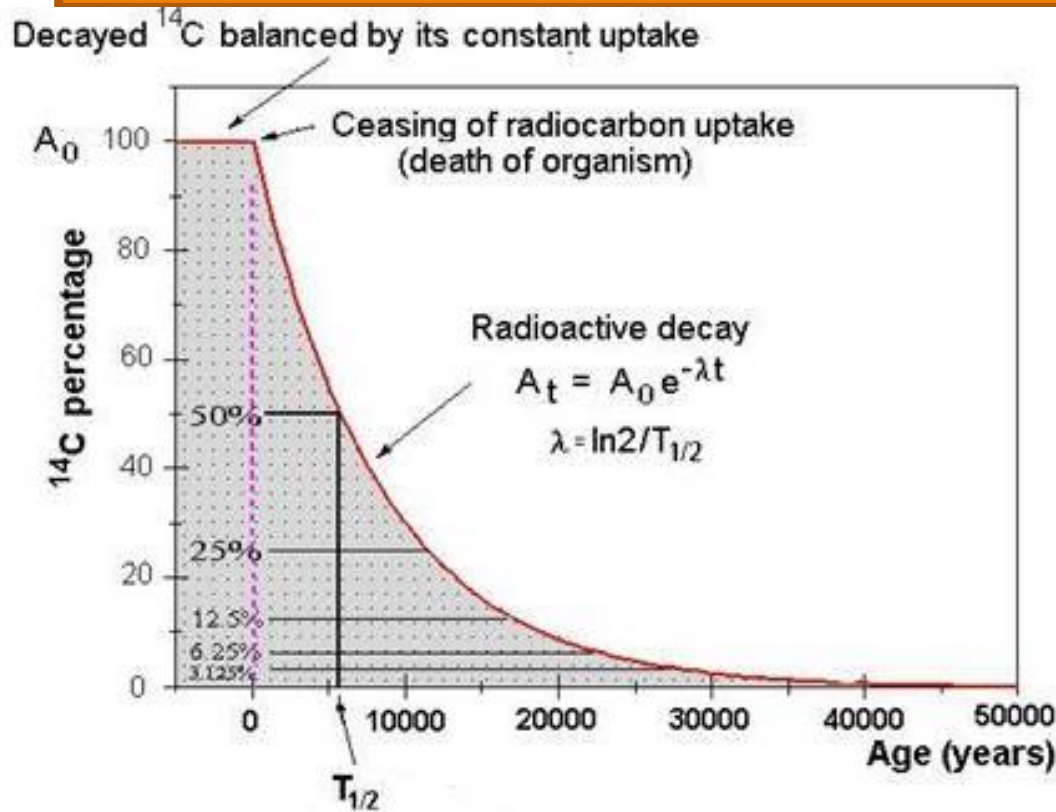
Vraća se u atmosferu disanjem biljaka i životinja, raspadanjem biljnog i životinjskog tkiva, spaljivanjem organskog materijala, oslobađanjem iz tople morske vode i vulkanskim erupcijama.

$\text{CO}_2$  se otapa u morskoj vodi (veća topivost u hladnijoj vodi), a i u vodi koja prolazi kroz tlo, stvarajući ugljičnu kiselinu, koja može otapati vapnenačke stijene.



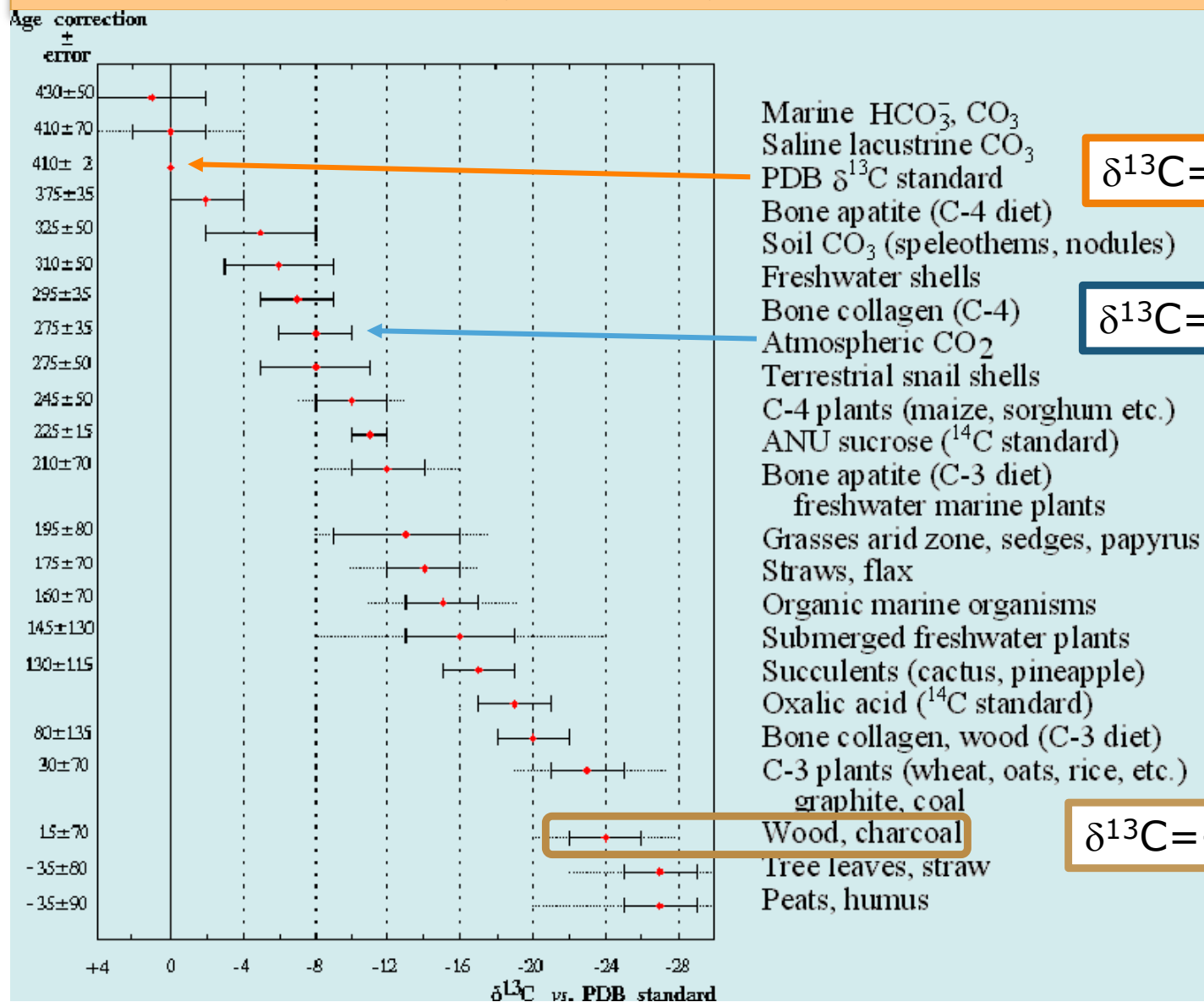
Izgaranjem fosilnih goriva oslobađa se ugljik koji je milijunima godina bio spremljen u litosferi.

# Konvencijska $^{14}\text{C}$ starost

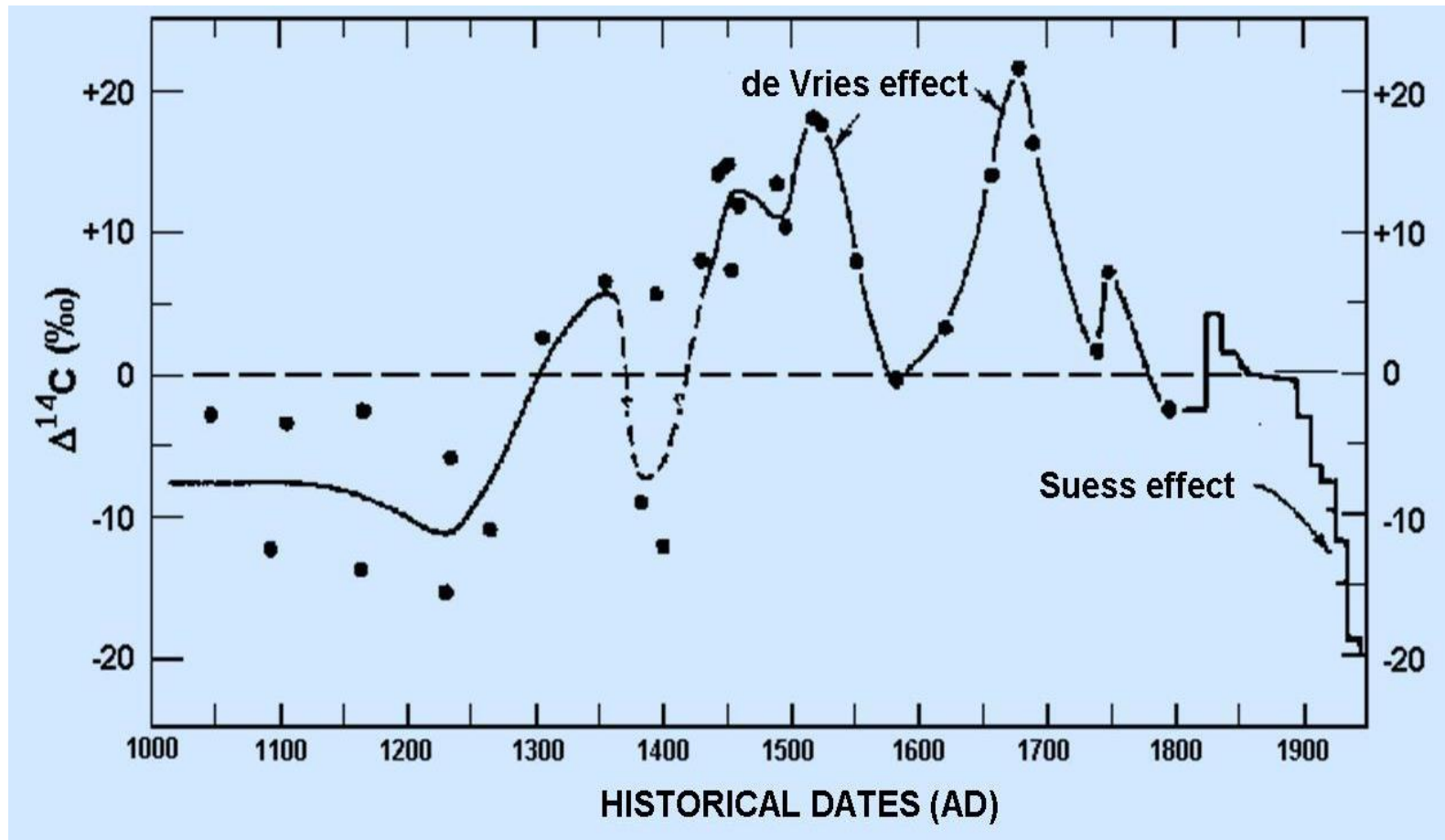


- a **half-life of 5568 years** (mean lifetime is 8030);
- correction for sample **isotopic fractionation** ( $\delta^{13}\text{C}$ );
- use of **1950 AD as 0 BP**, i.e. all  $^{14}\text{C}$  ages head back in time from 1950;
- assumption that all  $^{14}\text{C}$  **reservoirs** have remained **constant** through time.

## Neke vrijednosti $\delta^{13}\text{C}$ različitih materijala koje se koriste za normalizaciju konvencijske starosti



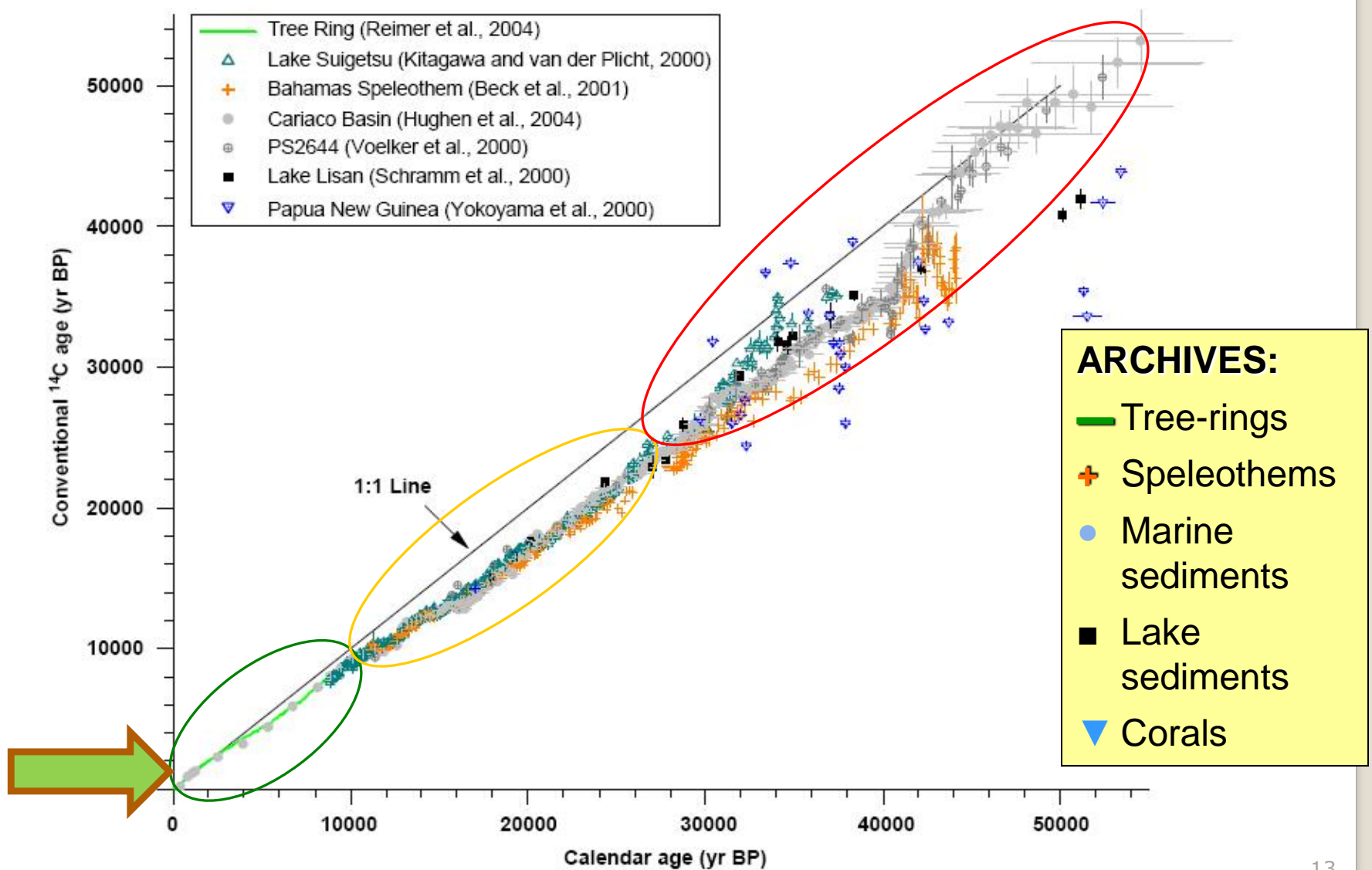
Primijećeno je da se atmosferska aktivnost  $^{14}\text{C}$  mijenja u vremenu → potrebno kalibrirati izmjerenu (konvencijsku)  $^{14}\text{C}$  starost, tj. pretvoriti  $^{14}\text{C}$  godine u kalendarske godine



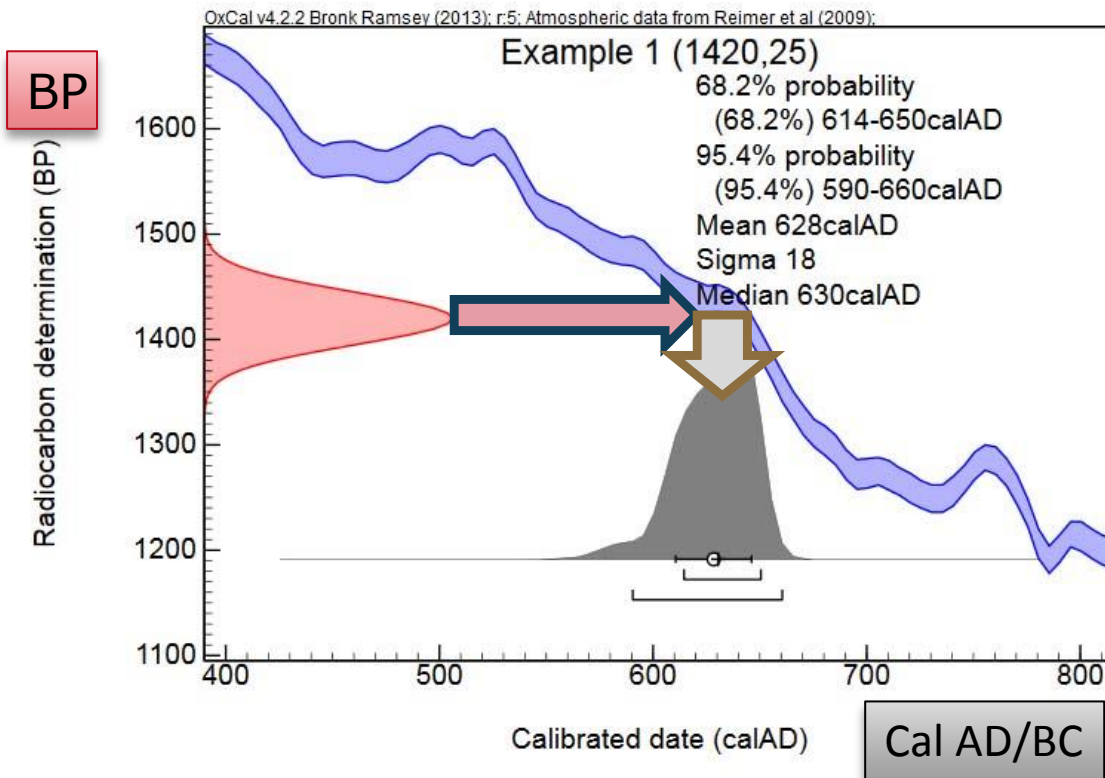
Fluctuations in radiocarbon activity over last 1000 years

# Radiocarbon calibration curves

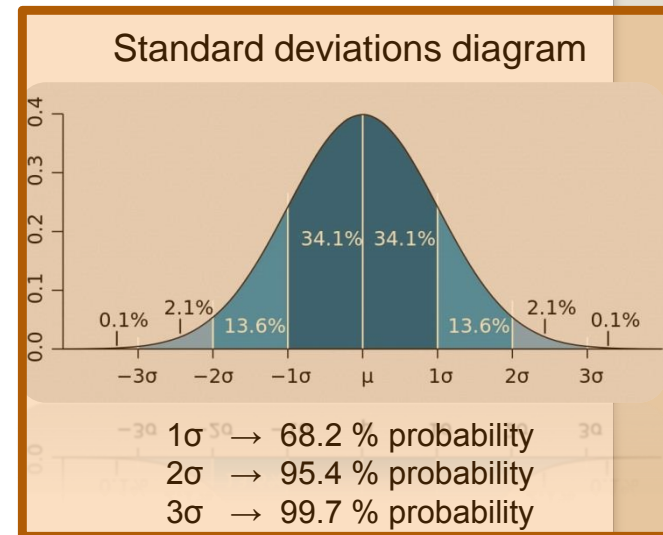
*R.G. Fairbanks et al. / Quaternary Science Reviews 24 (2005) 1781–1796*



# Kalibracija konvencijskih starosti



Example of a single calibrated date



Conventional radiocarbon ages (ordinate) in years BP are represented as the Gaussian curve with mean and standard deviation (uncertainty) being  $1420 \pm 25$ . Calibrated values, in calendar years, are obtained by transferring the values on ordinate over calibration curve to the abscissa. Results can be presented by  $1\sigma$ ,  $2\sigma$  or  $3\sigma$  probabilities and by mean or median values.

# Rezultat

Može se izraziti kao

BP

Konvencijska  $^{14}\text{C}$  starost

(godine) BP, 0 BP = 1950 AD  
 $\delta^{13}\text{C}$  normalizacija, Libby half-life

cal BC/AD

Kalibrirana starost

Cal BC, Cal AD, vjerojatnosti i rasponi  
dostupan software, kalibracijske krivulje

$a^{14}\text{C}$   
 $F^{14}\text{C}$

Relativna specifična aktivnost  $^{14}\text{C}$   
(često u geologiji, izučavanje atmosfere...)

$F = 1 \rightarrow a^{14}\text{C} = 100 \text{ pMC} \rightarrow 226 \text{ Bq/kgC}$

# Priprema uzoraka i mjerenje

Priprema uzoraka ovisi

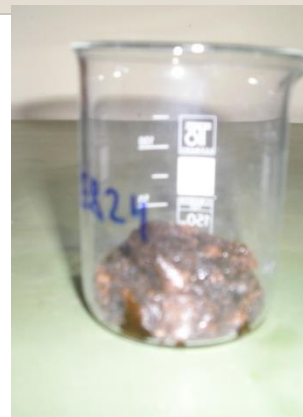
- o vrsti uzorka
- o mjernoj tehnici

- Izdvojiti sav ugljik iz uzorka (frakcionacija)
- Sav ugljik dolazi samo iz uzorka (kontaminacija)





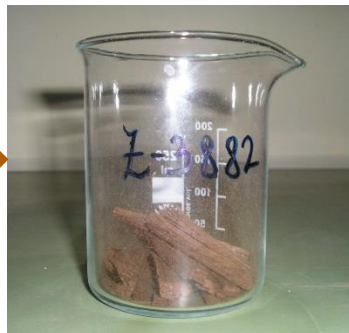
kost



kolagen



drvo



Nakon ABA obrade



sga



Karboniziran  
uzorak

# Mjerne tehnike

**Radiometrijske** – broje se raspadi  $^{14}\text{C}$  (po jedinici mase  
u jedinici vremena)



potrebna masa C: **1 - 5 g**

Potrebna masa uzorka: 10 - 50 g

*Gas proportional counters (GPC)*

*Liquid scintillation counters (LSC)*

## **Accelerator Mass Spectrometry (AMS)**

– broje se atomi  $^{14}\text{C}$ ,  $^{12}\text{C}$  i  $^{13}\text{C}$

Potrebna masa: **<2 mg C, <1 g uzorka**

## IRB – laboratorij za $^{14}\text{C}$

### Laboratorij za mjerenje niskih radioaktivnosti

(Radiocarbon and Tritium Laboratory)

Zavod za eksperimentalnu fiziku

Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Hrvatska

<http://www.irb.hr/zef/c14-lab>

[lna@irb.hr](mailto:lna@irb.hr)

Razvoj metode  $^{14}\text{C}$  započeo 1968.

Plinski proporcionalni brojač - Gas proportional counting - GPC ( $\text{CH}_4$ )

Tekućinski scintilacijski brojač - Liquid scintillation counting – LSC

(benzen LSC-B, apsorpcija  $\text{CO}_2$  LSC-A)

Accelerator Mass Spectrometry - AMS

priprema grafita

>6200 uzoraka

(3700 GPC, 700 LSC-A, 1400 LSC-B, 1300 AMS)

# Suradnici

- Nada Horvatinčić, znanstvena savjetnica, kemičar
- Ines Krajcar Bronić, znanstvena savjetnica, fizičar
- Jadranka Barešić, znanstvena suradnica, kemičar
- Ivanka Lovrenčić Mikelić, znanstvena suradnica, geolog
- Martina Rožmarić Mačefat, znanstvena suradnica, kemičar
- Andreja Sironić, viša asistentica, kemičar
- Damir Borković, stručni suradnik, fizičar
- Matea Krmpotić, doktorandica, kemičar
- Anita Rajtarić, tehnička suradnica
- Bogomil Obelić, znanstveni savjetnik u mirovini, fizičar, vanjski

# Projekti

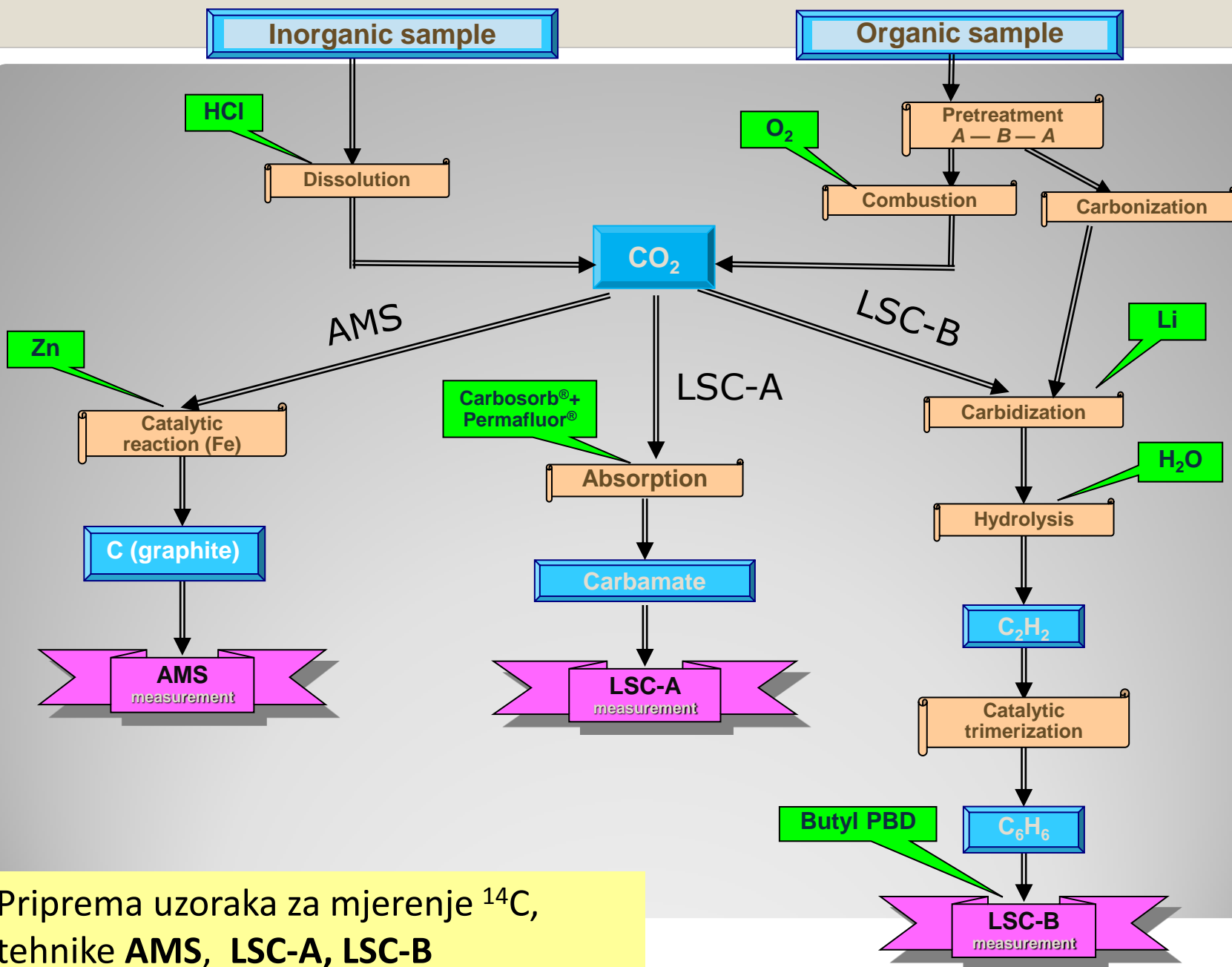
- Preparation of carbon samples for  $^{14}\text{C}$  dating by the AMS technique - AMS 14C, FP6, 2007-2008
- Utjecaj klimatskih promjena i stanja u okolišu na biološko inducirano taloženje sedre i sedimentacijske procese u Plitvičkim jezerima, 2011 - 2013
- HRZZ 1623 - Reconstruction of the Quaternary environment in Croatia using isotope methods – REQUENCRIM
- IAEA TC projekt CRO/1/007 "Isotope Investigation of the Groundwater-Surface Water Interaction at the Well Field Kosnica in the Area of the City of Zagreb, 2016-2017
- FP5, 3 FP6, FP7 projekti
- IAEA – TC projekti, CRP – RC, organizacija Training Course
- Bilateralni projekti



# Projekti

## Bilateralni hrvatsko-srpski projekti

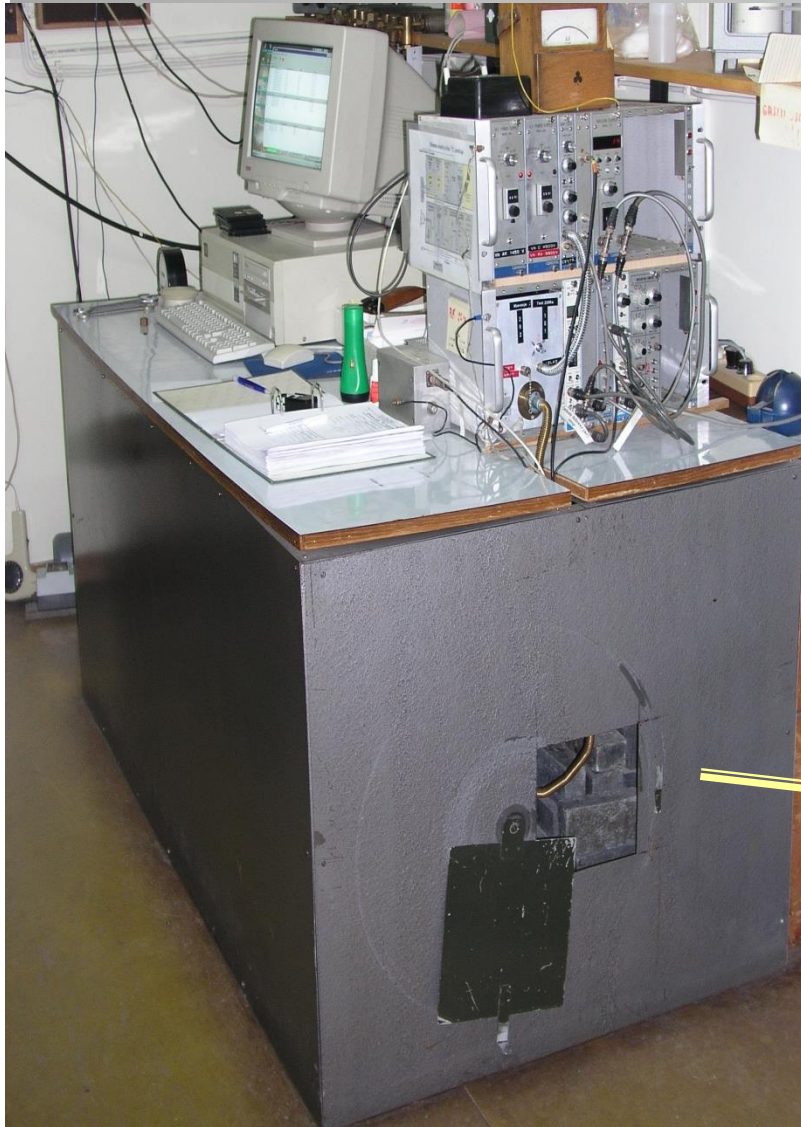
- **Optimizacija metoda mjerenja radioaktivnosti ( $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ) u uzorcima iz okoliša** - Institut Ruđer Bošković i Prirodno-matematski fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, 2016-2017
- **$^{14}\text{C}$  i  $^{137}\text{Cs}$  u sedimentima - usporedba metoda i primjena na recentne sedimente**, Institut Ruđer Bošković i Prirodno-matematski fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, 2011 – 2012



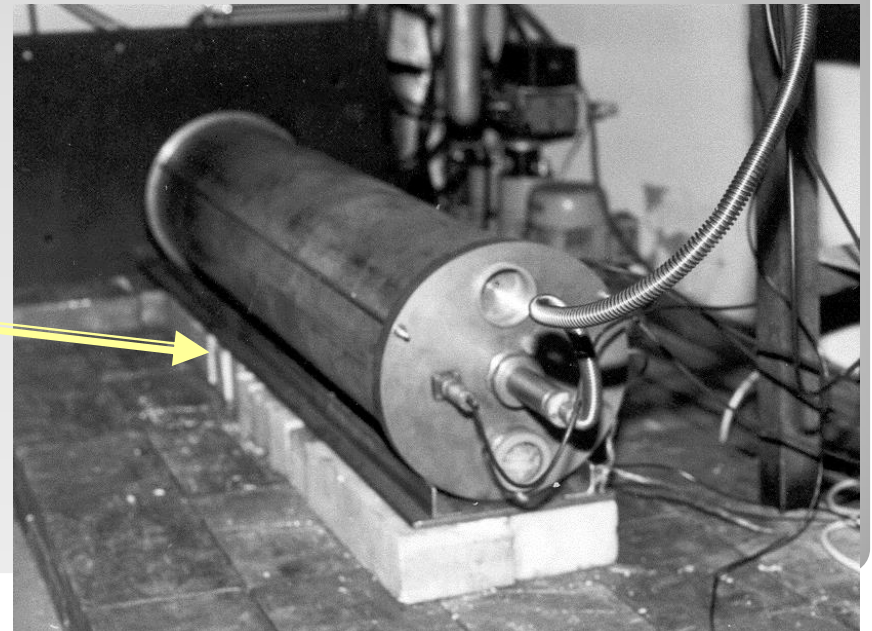
Priprema uzoraka za mjerenje  $^{14}\text{C}$ ,  
tehnike **AMS**, **LSC-A**, **LSC-B**



# GPC – Gas proportional counter



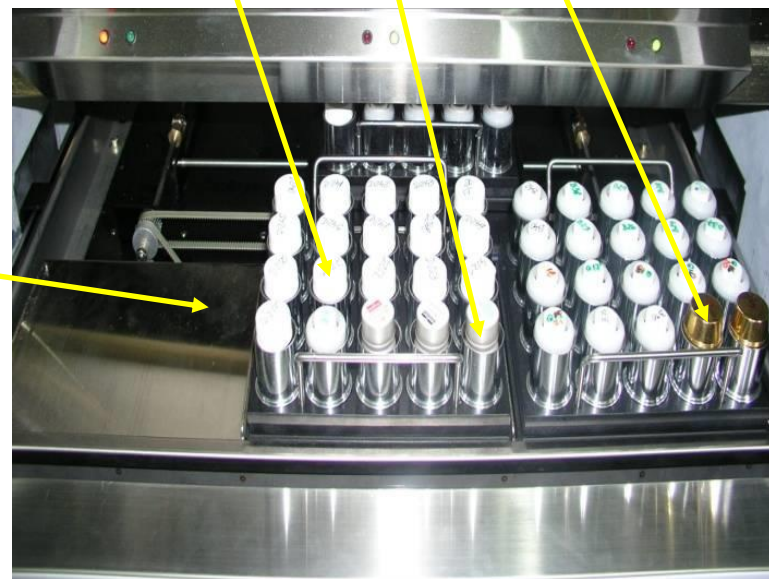
- Counting gas ( $\text{CH}_4$ ) → sample and detection medium
- $\beta$  particles from decay ionize gas → primary electrons
- electron avalanches are produced in strong electric field → signal





# LSC – Liquid scintillation counter

## Ultra-low-level *Quantulus 1220*



# $^{14}\text{C}$ sample preparation for AMS

ABA  
pretreatment

Collagen  
extraction

Combustion to  
 $\text{CO}_2$

Reduction  
to C

Preparation of  
targets

AMS  
measurement

Organic carbon

**Preparation of carbon samples for  $^{14}\text{C}$  dating by the AMS technique – AMS-14C**

SSA WBC 043584, 1.1.2007. – 31.12.2008.

Co-ordinator: Ines Krajcar Bronić

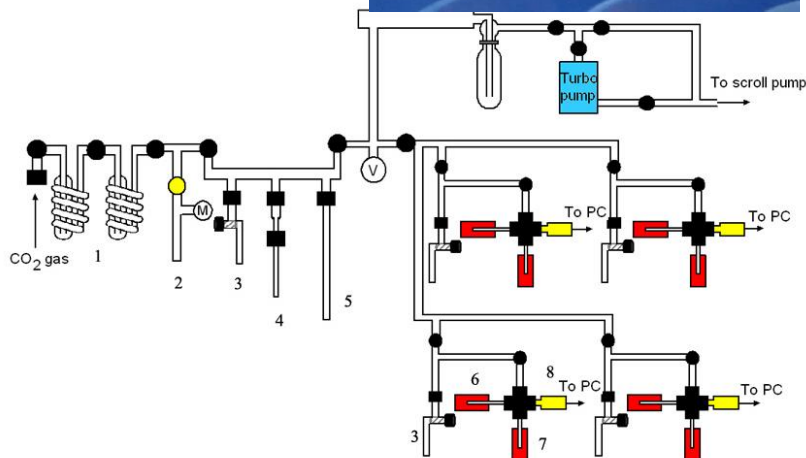
In cooperation with SUERC-UGLA, East Kilbride – Glasgow

**AMS- $^{14}\text{C}$**

Ag

uzorak

**CuO**



**IAEA.org**  
International Atomic Energy Agency

TC programme CRO/8/006

**"Application of isotope techniques in investigation of water resources and water protection in the Karst area of Croatia" (2005-2007)**

Principal investigator:

Nada Horvatinčić

Graphitization line

## Usporedba nekih karakteristika mjernih tehnika $^{14}\text{C}$ (AMS i LSC) na Institutu Ruđer Bošković

	$^{14}\text{C}$ AMS	$^{14}\text{C}$ LSC
masa C / g	$2 \cdot 10^{-3}$	4 (2)
Oblik pripremljenog uzorka	graphite (+Fe)	benzene
Preciznost / pMC	0.3	0.5
Granica detekcije / year BP	56 200	55 000
Trajanje mjerenja	>30 minuta	24 sata
Broj pripremljenih uzoraka tjedno	16	5
Cijena / kn	3000	1650

# Primjene $^{14}\text{C}$

- **Datiranje (određivanje starosti) organskih uzoraka**  
(biljke, drvo, žito, sjemenke, drveni ugljen, koža, platno/tekstil, kosti, zubi, slonovača, rogovi, pergament, papir, treset, tlo, organski sedimenti, DOC - dissolved organic carbon...)
- **Datiranje sekundarnih karbonata** (anorganski/karbonatni sediment, sige, sedra, koralji, školjke, DIC - dissolved inorganic carbon) – potrebno poznavati tzv. početnu aktivnost  $^{14}\text{C}$
- **Ciklus ugljika u prirodi**
- **Monitoring okoliša** (okolina nuklearnih postrojenja)
- Oceanologija, klimatologija
- Forenzika
- Medicinske, biokemijske, farmakološke primjene
- Određivanje udjela biogene komponente

# ZAPAMTITI!

- ❖ Metoda datiranja pomoću  $^{14}\text{C}$  daje **starost materijala biogenog porijekla** (drvo, platno, papir), a ne vrijeme stvaranja npr. umjetničkog djela
- ❖ Metoda datiranja pomoću  $^{14}\text{C}$  ne daje kao rezultat pojedinačnu godinu, već **raspon godina** (s određenom vjerojatnošću)
- ❖ Interpretaciju rezultata potrebno je raditi **u suradnji** s drugim istraživačima (arheolozi, povjesničari umjetnosti, geolozi...)

## Arhiv Vojvodine, Novi Sad

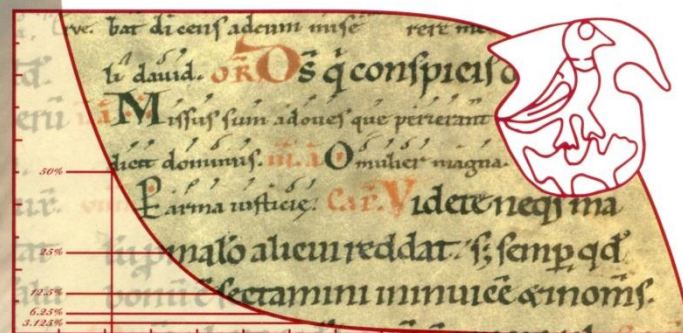
3/2015. – otkrivena neobilježena  
arhivska kutija s neevidentiranom  
arhivskom građom  
Pet rukopisnih kodeksa na papiru,  
6 pergamentnih listova s fragmentima  
rukopisa

Pergament korišten kao omot  
bilježnica iz 16. st (1569-70 AD, 1590  
AD)

„traganje za izgubljenom istinom”  
opisano u knjizi „Put dokumenta”

Novi Sad, 2016,  
ISBN 978-86-80017-39-6

## ПУТ ДОКУМЕНТА



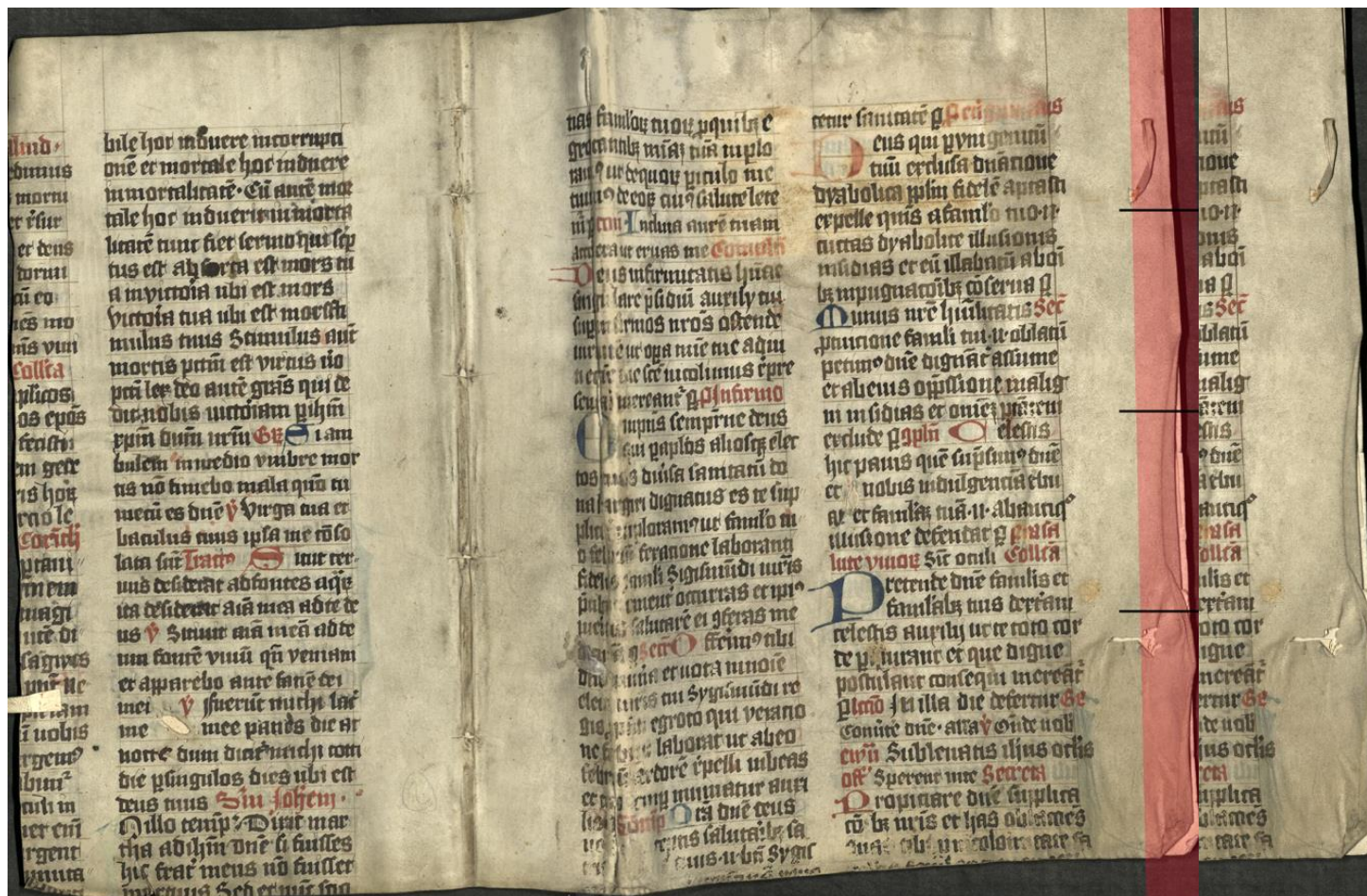


# Pergament

rukopisi K3 i K4 – liturgijski tekstovi na latinskom

Arhiv Vojvodine, Novi Sad

Pergament korišten kao omot bilježnica iz 16. st (1569-70 AD, 1590 AD)



K3



[illegible]

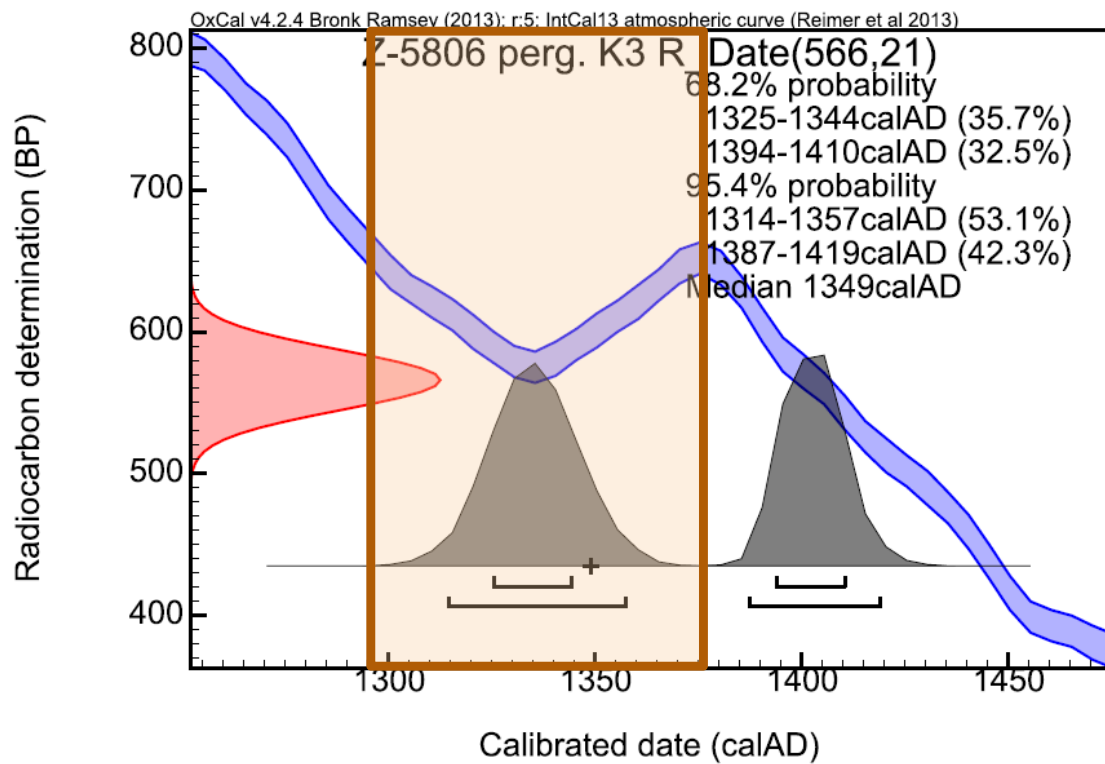
pat' a dno. dicit filio suo iacob. **169**  
 Audim' patre tuu loquent' cu' eliam  
 fiam' meo adiecent' et. Affer m' de  
 uenatione tua. & fac cibos ut come-  
 am. **170** Affer m' de cora dno. mte qua  
 mortu' sum. me g' filium accipere  
 & filius meus. & p'geni ad gressu. Affer  
 m' duos pedes optimos. ut facia' ex  
 eis eliam pat' no. q' libere uescit. q's  
 cu' m' uenit & comedat. benedi-  
 cat t' p'q'q' bonat'. lui ille respondit.  
**171** Osti q' d' t' ff' meus homo filius  
 sit & ex p'lo. Si autem auerit me  
 pat' m' & lib' fert'. tunc ne putet  
 me s' uoluit illudere. & inducat  
 sup' me m' d' catione. & benedictio-  
 ne. **172** Auit daniel dicens.  
 exaudi d' s' oratione. & seru tuu & p'  
 ces ei. & o' m' de facie tua sup' sciam  
 u' tuu p'q' f'ertu' e'. **173** p'ier te  
 metuu. & m' p' d' mens auit tuu  
 & uenit. & uoluit tuos & uide de d'o  
 latione. m' m' & uenit sup' qua in  
 uocati. & m' tuu. **174** *prophetiam*  
 que leg' e' in i' *175* Qui me misit me  
 cum q' d' s' p'ier me sciam qua quo placi-  
 ta sunt. & o' m' p'ier me. **176** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **177** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **178** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **179** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **180** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **181** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **182** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **183** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **184** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **185** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **186** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **187** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **188** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **189** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **190** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **191** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **192** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **193** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **194** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **195** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **196** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **197** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **198** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **199** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **200** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **201** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **202** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **203** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **204** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **205** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **206** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **207** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **208** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **209** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **210** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **211** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **212** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **213** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **214** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **215** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **216** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **217** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **218** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **219** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **220** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **221** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **222** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **223** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **224** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **225** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **226** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **227** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **228** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **229** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **230** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **231** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **232** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **233** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **234** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **235** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **236** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **237** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **238** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **239** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **240** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **241** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **242** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **243** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **244** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **245** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **246** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **247** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **248** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **249** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **250** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **251** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **252** q' d' s' or. p' q' d'  
 m' f'iam. & o' m' p'ier me. **253** q' d' s

fuge ad laban fratrem meum in mariam.  
 habita bisque: cum eo dies paucos do-  
 nec requiescat furor fratris tui. &  
 cesset indignatio eius obuius factusque:  
 ego qui fecisti meum: postea mit-  
 ta adducam te in domum tuam. Curritque  
 orabor filio in matrem dicit. **Ly.**  
**P**er quoque rebecca adysaac. Teder-  
 me inter me: propter filias enim. Si ac-  
 ceperit iacob uxorem de stirpe huius  
 terre: nolo uniri. Vocant itaque  
 ysaac & benedixit iacob. postquam ei  
 dies. Noli accipere coniugem de stirpe  
 chanaan. sed uade & procuresse in  
 mesopotamiam syrie. addomum  
 batuel patris matris tue: & accipe  
 tibi inde uxorem de stirpe laban animi  
 culti tui. Misit omnes benedixit  
 & accepit te faciat itaque: multi-  
 plicet in sis in multas populos: &  
 dedit benedictiones abrahe & se-  
 mini tuo post te: ut possideas  
 terram pignationis tue. sed pollicetur  
 ei auo tuo. **Cy.** & dimisisset eu  
 cum ysaac & fecit uenit ad mesopo-  
 tamiam syrie ad laban filium batuel.  
 syri fratrem rebecca matris sue. Videns  
 autem eliam quod benedixisset patri suus  
 ysaac & misisset eu & misisset eu in  
 mesopotamiam syrie ut inderet uxorem  
 diceret. quia benedictionem precep-  
 set ei dies. non accipies coniugem de stirpe  
 chanaan. quia obediens iacob patri  
 tuo esset in syria. pbansque: quod non libenter  
 accepisset filius chanaan patri suus.  
 iuxta ad israhel & seduxit uxorem ab eis:

maran.  
 uos do  
 au &  
 uenit;  
 amittā  
 ruit;  
 Ty.  
 e. Teda  
 ut. Si ac  
 pehui  
 itaq;  
 epq; ei  
 chupe  
 ere m  
 omū  
 accipe  
 m amun  
 edicet  
 mlti  
 oz &  
 a se  
 lideas  
 pollicet  
 fter cū  
 nesopo  
 ū tarmel.  
 e. Videns  
 pat' suus  
 fter cū m  
 de uxore  
 ne pcepit  
 e. defuitab  
 aacob paren  
 t; qd' n' libent  
 at' suus.  
 uxore abf;

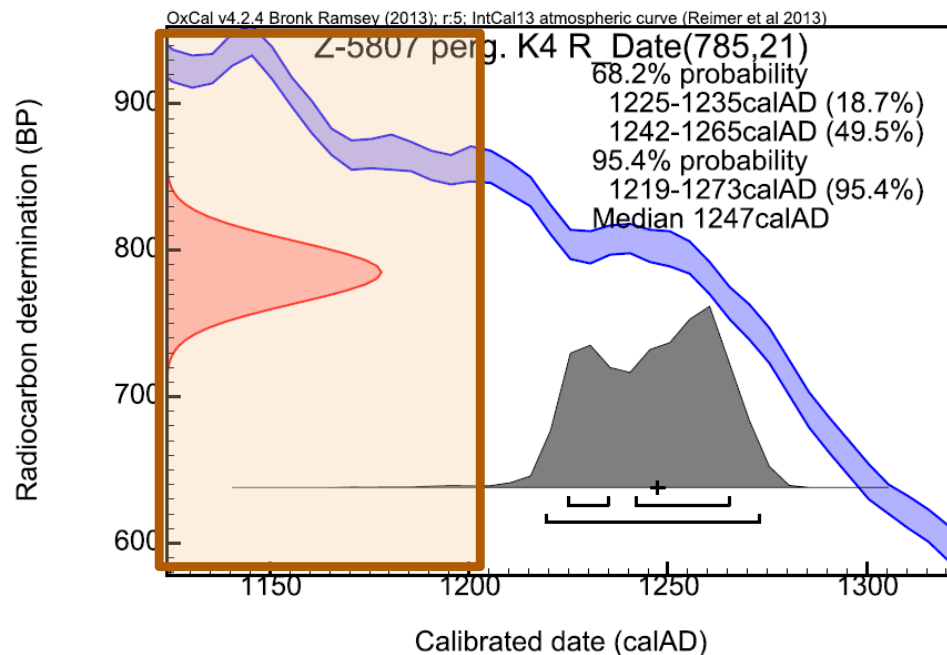


Lab. no	Naziv uzorka	Konvencijska $^{14}\text{C}$ starost (BP)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Raspon kalibriranih godina (cal AD)	medijan cal AD	Očekivani period
<b>Z-5806</b> A1140	Pergament K3	$565 \pm 20$	-21.0	1325 – 1410 (68.2%)	1349	14th c.
<b>Z-5807</b> A1141	Pergament K4	$785 \pm 20$	-21.4	1225 – 1265 (68.2%)	1247	12th c.



K3 – rezultat datiranja podudara se s arheografsko-paleografskim rezultatima, 14.-15. st.

Lab. no	Naziv uzorka	Konvencijska $^{14}\text{C}$ starost (BP)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Raspon kalibriranih godina (cal AD)	medijan cal AD	Očekivani period
<b>Z-5806</b> A1140	Pergament K3	$565 \pm 20$	-21.0	1325 – 1410 (68.2%)	1349	14th c.
<b>Z-5807</b> A1141	Pergament K4	$785 \pm 20$	-21.4	1225 – 1265 (68.2%)	1247	12th c.



K4 –arheografsko-paleografski rezultati 12. st.  
U Arhivu dokumentiran s vremenom porijekla 12.-13.st.

- Najstariji u Arhivu Vojvodine
- Jedan od najstarijih dokumenata u svim arhivima R. Srbije,
- spada u red raritetnih dokumenata kulturne baštine